

# Two-channel optical inspection system for pipelines and ducts - has spectral filters rotating with camera head about axis of pipe and stationary matrix image sensor

**Publication number:** DE4206609 (A1)

**Publication date:** 1993-09-09

**Inventor(s):** CREDO EBERHARD DIPL PHYS [DE] +

**Applicant(s):** OPTOELEKTRONISCHE INSPEKTIONS [DE] +

**Classification:**

- **international:** *E03F7/12; F16L55/26; G01M3/00; G01N21/954; E03F7/00; F16L55/26; G01M3/00; G01N21/88;* (IPC1-7): E03F7/12; F16L55/18; G03B37/02

- **European:** E03F7/12; F16L55/26; G01M3/00C; G01N21/854

**Application number:** DE19924206609 19920303

**Priority number(s):** DE19924206609 19920303

## Abstract of DE 4206609 (A1)

The rotary portion (14) of the video camera head carries colour filters (1, 2) sepg. a blue optical channel (3) from a red channel (4). The two-channel signal from a co-rotating beam splitter (5) is focused (8) on a CCD colour matrix (7) wired to a signal processor (9), frame grabber (12) and video recorder or optical disc (13). Two monochrome images of the pipe wall are reproduced on monitors (10, 11). In an alternative embodiment a near infrared and a visible channel are distinguished by edge filters. USE/ADVANTAGE - Esp. in waste water drainage systems, continuous view of entire internal surface is obtainable without foreshortening and with secure control of carriage.

~~~~~  
Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 42 06 609 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 03 B 37/02**  
E 03 F 7/12  
F 16 L 55/18

②1 Aktenzeichen: P 42 06 609.3  
②2 Anmeldetag: 3. 3. 92  
④3 Offenlegungstag: 9. 9. 93

DE 42 06 609 A 1

⑦1 Anmelder:

Gesellschaft für optoelektronische Inspektions- und  
Messtechnik mbH, O-6500 Gera, DE

⑦4 Vertreter:

Steinruck, W., Ing.Pat.-Ing. Dipl.-Jur., Pat.-Anw.,  
07546 Gera

⑦2 Erfinder:

Credo, Eberhard, Dipl.-Phys., O-6504 Gera, DE

⑤4 Vorrichtung zur Inspektion von Rohren und Kanälen

⑤7 Die gegenwärtig für TV-Inspektionen in Rohren und nichtbegehbaren Kanälen auf selbstfahrenden Wagen montierten Dreh-Schwenkkopf- bzw. Weitwinkelkameras gestatten keine kontinuierliche Bildaufnahme der Rohrrinnenwand unter konstanten Bedingungen.

Die Bilder sind überwiegend perspektivisch verkürzt, so daß eine exakte meßtechnische Auswertung entsprechend dem Ist-Zustand der Rohre nicht gewährleistet ist.

Um eine kontinuierliche, von perspektivischen Verkürzungen freie Bildaufnahme der gesamten Rohrrinnenwand und gleichzeitig zur Steuerung des Fahrwagens eine Bildaufnahme in Rohrrichtung zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß ein modifizierter Kamerakopf mit zwei optischen Kanälen eingesetzt.

Dabei verläuft die Blickrichtung des ersten optischen Kanals, der zur Steuerung des Fahrwagens genutzt wird, in Rohrrichtung und die des zweiten optischen Kanals, der die Bilder der Rohrrinnenwand liefert, senkrecht zur Rohrwand. Die Modifizierung besteht darin, daß die beiden senkrecht zueinander stehenden optischen Kanäle des Kamerakopfes in verschiedenen Spektralbereichen arbeiten und über eine optische Baugruppe, z. B. einen Strahlteiler, so zusammengeführt werden, daß sie eine gemeinsame optische Achse besitzen.

Die Vorrichtung dient zur Untersuchung des Ist-Zustandes von Rohren und nichtbegehbaren Kanälen in Kanalisationsnetzen, insbesondere für Abwässer.

DE 42 06 609 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die gleichzeitig eine kontinuierliche, von perspektivischen Verkürzungen freie Bildaufnahme der Rohrrinnenwände und eine zur Steuerung des Fahrwagens notwendige Bildaufnahme in Rohrrichtung von Kanalisationen ermöglicht.

Die vorhandenen, meist überalterten Kanalisationsnetze, insbesondere die für Abwasser, sind nicht mehr in der Lage, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen. Das resultiert vor allem aus der jahrzehntelangen permanenten Vernachlässigung der Instandhaltung dieser Netze und ihrer ständigen Überlastung. In den nächsten Jahren müssen diese Netze entsprechend den ökologischen und ökonomischen Anforderungen durch Verlegung neuer bzw. Sanierung vorhandener Rohrleitungen modernisiert werden. Um die dafür erforderlichen finanziellen Mittel effizient einsetzen zu können, ist es in Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen dringend notwendig, eine Erfassung des Rohrleitungszustandes mittels TV-Inspektion vorzunehmen und das Videomaterial unter Verwendung rechnergestützter automatischer Bildverarbeitung auszuwerten. Um eine realistische Auswertung des Videomaterials durchführen zu können, müssen kontinuierliche Aufnahmen der gesamten Kanalinnenwand mit minimalen perspektivischen Verkürzungen in den Bildern gewährleistet werden.

Zur Zeit werden TV-Inspektionen in unbegehbaren Kanälen mit Dreh-Schwenkkopf-Kameras oder mit Weitwinkelkameras, die auf selbstfahrende Wagen montiert sind, durchgeführt.

Die Dreh-Schwenkkopf-Kamera ist eine Vorrichtung, bei der die Kamera in einer Achse um 360° und in der anderen Achse um 180° gedreht werden kann.

Dieser Aufbau beinhaltet die Nachteile, daß es in den Bildern zu undefinierten perspektivischen Verkürzungen kommt, wodurch eine meßtechnische Auswertung des Bildmaterials unmöglich gemacht wird, da keine definierten Winkelverhältnisse zwischen der Rohrwand und der optischen Achse des Systems bestehen. Eine kontinuierliche Aufnahme der gesamten Rohrrinnenwand ist nur mit hohem zeitlichen Aufwand realisierbar. Desweiteren dreht sich der Kamerachip in jeder Achse mit, so daß das System keinen festen Bezugspunkt besitzt.

Die Weitwinkelkamera ist eine Vorrichtung, bei der das Rohrinne in axialer Richtung über ein Weitwinkelobjektiv aufgenommen wird.

Nachteilig ist dabei, daß durch vertikale und horizontale Verschiebung des Sensors in der Bildebene nur eine partielle Betrachtung des Gesamtzustandes der Rohrrinnenwand möglich ist.

Desweiteren haften der Kamera die Nachteile an, daß es auf Grund der axialen Blickrichtung ebenfalls zu undefinierten perspektivischen Verkürzungen in den Bildern kommt, wodurch eine meßtechnische Auswertung des Bildmaterials unmöglich gemacht wird. Durch die axiale Blickrichtung wird die interessierende Rohrrinnenwand nur auf einen Teil des Bildes dargestellt. Eine kontinuierliche Bildaufnahme der Rohrrinnenwand ist unter konstanten Bedingungen nicht möglich.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ergibt sich die Aufgabe, eine Vorrichtung zu schaffen, die eine kontinuierliche, von perspektivischen Verkürzungen freie Bildaufnahme der gesamten Rohrrinnenwand und dabei gleichzeitig zur sicheren Steuerung des Fahrwagens eine Bildaufnahme in Rohrrichtung gestattet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Anwendung eines modifizierten zweikanaligen Kamerakopfes gelöst. Dabei verläuft die Blickrichtung des ersten optischen Kanals, der zur Steuerung des Fahrwagens genutzt wird, in Rohrrichtung und die des zweiten optischen Kanals, der die für die Auswertung in Frage kommenden Bilder der Rohrrinnenwand liefert, senkrecht zur Rohrwand. Dadurch wird garantiert, daß die Bilder des zweiten optischen Kanals weitestgehend frei von perspektivischen Verkürzungen sind und somit eine exakte meßtechnische Auswertung dieser Bilder erfolgen kann.

Die Modifizierung besteht darin, daß die beiden senkrecht zueinander stehenden optischen Kanäle des Kamerakopfes in verschiedenen Spektralbereichen arbeiten und über eine optische Baugruppe, z. B. einen Strahlteiler, so zusammengeführt werden, daß sie eine gemeinsame optische Achse besitzen. Durch Drehung des vorderen Teiles des Kamerakopfes um die gemeinsame optische Achse wird mittels des zweiten optischen Kanals die gesamte Rohrrinnenwand aufgenommen, während die Information des ersten optischen Kanals von der Drehung nicht beeinflusst wird. Der feststehende Teil des Kamerakopfes besteht aus einer optischen Einrichtung, die die Informationen beider Kanäle wieder trennt und aus den feststehenden Bildsensoren. Die Trennung der Bildinformationen kann dabei auf verschiedene Art und Weise realisiert werden.

Durch die Kopplung der Drehung des vorderen Teiles des Kamerakopfes mit der Vorwärtsbewegung des Fahrwagens wird mittels des zweiten optischen Kanals eine spiralförmige, kontinuierliche Aufnahme der gesamten Rohrrinnenwand erreicht. Dabei ist es möglich, die Geschwindigkeit der Bildaufnahme so zu wählen, daß jeweils nur nahezu überdeckungsfreie Einzelbilder der Rohrrinnenwandbereiche aufgenommen werden, was zu einer erheblichen Reduzierung des anfallenden Videomaterials führt. Die Bildinformation des ersten optischen Kanals, der in Fahrtrichtung des Kamerawagens blickt, ermöglicht zusammen mit einem im Kamerawagen integrierten Neigungssensor eine automatische Steuerung des Kamerawagens.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine Anordnung der Baugruppen in Form des Ablaufplanes.

Durch den Einsatz verschiedener Farbfilter 1, 2 arbeitet der erste optische Kanal 3 im blauen Spektralbereich und der zweite optische Kanal 4 im roten Spektralbereich. Die Bildinformation beider Kanäle wird über den Strahlteiler 5, der um die gemeinsame optische Achse 6 rotiert, zusammengeführt. Auf der CCD-Farbmatrix 7 entstehen über das Objektiv 8 somit ein Bild der Rohrrinnenwand und auch ein Bild des Rohres in Richtung Rohrachse. Beide Bilder nutzen dabei aber verschiedene Spektralbereiche aus. Innerhalb der CCD-Farbmatrix 7 erfolgt eine Aufspaltung dem auftretenden Bildinformationen in die Spektralbereiche ROT, GRÜN und BLAU (RGB). Damit befindet sich die Bildinformation von der Rohrwand im roten Kanal und die Bildinformation der zweiten Blickrichtung im blauen Kanal. Aus den Informationen beider Kanäle werden durch eine Signalverarbeitungsbaugruppe 9 zwei s/w-Bilder erzeugt und mittels zwei Monitoren 10, 11 dargestellt. Gleichzeitig können die Bilder der Rohrwand mittels Frame-Grabber 12 weiter verarbeitet und anschließend als überdeckungsfreie Einzelbilder auf dem Videorecorder bzw. der

optical Disk 13 gespeichert werden.

In einem weiteren günstigen Ausführungsbeispiel arbeitet der erste optische Kanal 3 im nahen Infrarotbereich ( $\lambda$  ca. 1000 nm) und der zweite optische Kanal 4 im sichtbaren Bereich. Die spektrale Zuordnung beider Kanäle erfolgt dabei nicht über Farbfilter sondern über Kantenfilter. Nach der Zusammenführung beider Kanäle im drehbaren Teil des Kamerakopfes 14 erfolgt eine räumliche Aufspaltung des "Informationsgemisches" mittels einer feststehenden optischen Baugruppe (z. B. eines Strahlteilers). Anschließend wird das "Informationsgemisch" ebenfalls durch Kantenfilter getrennt. Der sichtbare Spektralbereich (zweiter optischer Kanal 4) wird auf eine CCD-Farbmatrix abgebildet, so daß man ein Farbbild der Rohrwand erhält. Der infrarote Anteil (erster optischer Kanal 3) wird auf eine in diesem Bereich empfindliche s/w-CCD-Matrix abgebildet, so daß man zur Steuerung des Fahrwagens ein s/w-Bild zur Verfügung hat.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1 Farb- oder Kantenfilter          |    |
| 2 Farb- oder Kantenfilter          |    |
| 3 erster optischer Kanal           | 25 |
| 4 zweiter optischer Kanal          |    |
| 5 Strahlenteiler                   |    |
| 6 gemeinsame optische Achse        |    |
| 7 CCD-Farbmatrix                   |    |
| 8 Objektiv                         | 30 |
| 9 Signalverarbeitungsbaugruppe     |    |
| 10 Monitor                         |    |
| 11 Monitor                         |    |
| 12 Frame-Grabber                   |    |
| 13 Videorecorder bzw. optical Disk | 35 |
| 14 drehbarer Teil des Kamerakopfes |    |

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Inspektion von Rohren und Kanälen bestehend aus einem zweikanaligen Kamerakopf, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden senkrecht zueinander stehenden optischen Kanäle (3, 4) unterschiedlichen optischen Spektralbereichen zugeordnet, über eine um die gemeinsame optische Achse (6) drehbare optische Baugruppe (5) zusammengeführt und über eine feststehende optische Baugruppe (7) trenn- und nachweisbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame optische Achse (6) parallel zur Rohrachse ausgerichtet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Baugruppen (1, 2), die die spektrale Zuordnung der beiden Kanäle (3, 4) realisieren, spektral nicht oder nur gering überlappende Farb- oder Kantenfilter sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Baugruppe (5), mit der beide optische Kanäle zusammengeführt werden, ein Strahlteiler ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

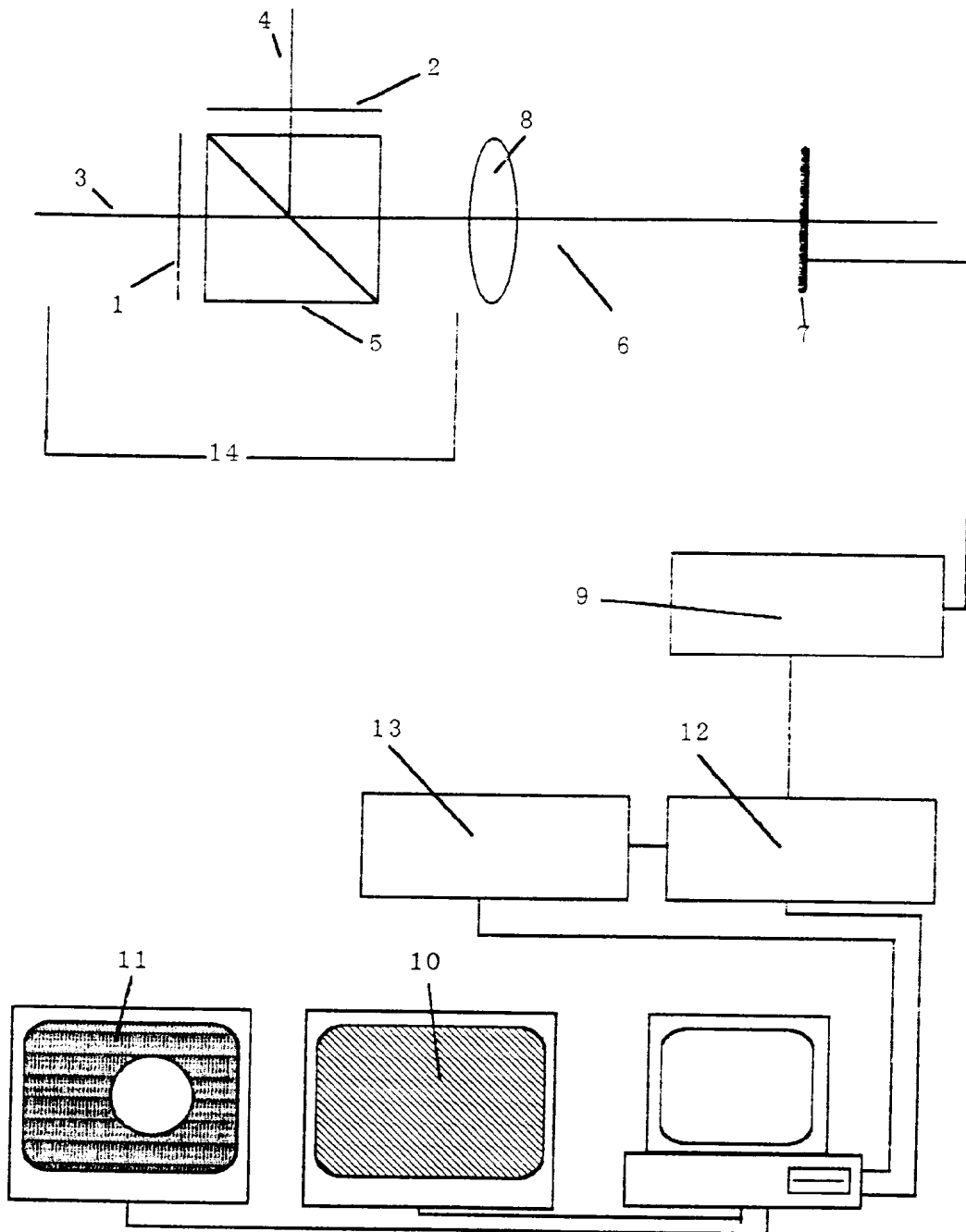


Fig. 1